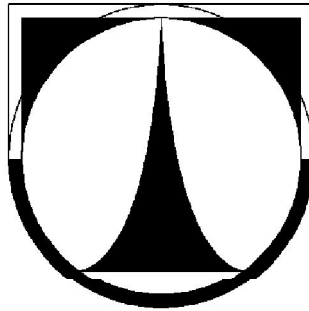


Technická univerzita v Liberci
Fakulta strojní



Amir Rozati

Analýza materiálového toku ve firmě DGS Liberec s.r.o.

Bakalářská práce

2011

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Katedra výrobních systémů

Obor : Výrobní systémy
Zaměření : Výrobní systémy

Analýza materiálového toku ve firmě DGS Liberec s.r.o.

Analysis material flow in company DGS Liberec s.r.o.

KVS - VS - 111

Amir Rozati

Vedoucí práce : Doc. Dr. Ing. František Manlig
Konzultant: Ing. Jan Vavruška, Pavel Zsilay

Počet stran:44
Počet příloh: 0
Počet obrázků : 15
Počet tabulek: 8
Počet grafů : 1
Počet modelů nebo jiných příloh :0

V Liberci: 26.5.2011

TÉMA: Analýza materiálového toku ve firmě DGS Liberec s.r.o.

ANOTACE: Práce se zabývá analýzou materiálového toku a optimalizací současného stavu ve slévárně firmy DGS s.r.o. v Liberci. Součástí řešení je snaha o navrhnutí tří doporučených variant vedoucích ke zlepšení materiálového toku v pracovní hale. Po analýze a konečném zhodnocení varianty je vybrána nejlepší varianta vedoucí k řešení optimalizace materiálového toku.

THEME : Analysis material flow in company DGS Liberec s.r.o.

ANNOTATION: The work is considered with analysis and optimization current material flow in foundry hall of the company DGS Liberec s.r.o. The work recommends three alternative solutions for optimization current material flow. After analyzing and comparing each solution with other, at the end, the best alternative is chosen.

Desetinné třídění:

Klíčová slova: Materiálově tok, optimalizace, slévárna, výrobní proces

Zpracovatel : TU v Liberci, Fakulta strojní, Katedra výrobních systémů

Dokončeno : 2011

Archivní označení zprávy:

Počet stran: 44

Počet příloh:0

Počet obrázků : 15

Počet tabulek: 8

Počet modelů nebo jiných příloh: 0

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou Bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé Bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li Bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím práce a konzultantem.

V Liberci dne: 26. 5. 2011

Podpis :.....

Amir Rozati

PODĚKOVÁNÍ

Mé poděkování patří panu Doc. Dr. Ing. Františku Manligovi za pomoc během studia a panu Ing. Janu Vavruškovi a panu Pavlu Zsilayovi za to, že mi pomáhali během psaní této práce.

Dále bych chtěl poděkovat Lence Tlačbabové za její přátelskou pomoc a podporu.

Obsah

1. Úvod	9
1. 1. Úvod do problematiky.....	9
1. 2. Představení firmy DGS, s.r.o.....	10
1. 3. Cíl práce	11
2. Teoretická část	12
2. 1. Zásady při optimalizaci materiálového toku	12
2. 2. Slévárenský provoz	12
2. 3. Výrobní postup odlitku	13
2. 4. Hlavní zásady pro správný materiálový tok ve slévárně.....	15
2. 5. Paretova analýza	16
2. 5. 1. Paretův princip	16
2. 5. 2. Paretův diagram	16
2. 6. Spaghetti diagram	17
2. 7. Six Sigma	18
2. 7. 1. DMAIC - cyklus zlepšování	19
2. 8. Nízkonákladová automatizace	21
2. 8. 1. Pásové dopravníky (<i>conveyor systems</i>) a nízkonákladová automatizace	21
3. Dílčí cíle a postup řešení	23
3.1. Dílčí cíle	23
3. 2. Postup řešení.....	23
4. Řešení	25
4. 1. Analýza současného materiálového toku	25
4. 1.1. Paretův diagram pro odlitky vyráběné v jednom měsíci	25
4. 1. 2. Charakteristiky materiálů a manipulace a základní informace o nich.....	26
4. 1. 3. Spaghetti diagram současného materiálového toku	27

4. 2. Varianty řešení.....	29
4. 2. 1. Varianta č. 1: Vytvořit nový prostor na skladování hliníkových cihel a vratného materiálu z vytlукání.	29
4. 2. 2. Varianta č. 2: Používat pásový dopravník	32
4. 2. 3. Varianta č. 3: Zvětšit prostor u těch pracovišť, která jsou nejvíc v provozu.	35
5. Výsledné řešení	39
5. 1. Zhodnocení variant	39
5. 1.1. Porovnání a zhodnocení z hlediska nákladů	39
5. 1. 2. Porovnání a zhodnocení z hlediska dalších propojených dílčích úseků výrobního procesu.....	40
5. 1. 3. Porovnání a zhodnocení z hlediska procesu výroby a času	40
5. 2. Volba konečné varianty.....	41
6. Závěr	42
Seznam použité literatury	43

Seznam obrázků

Obrázek 1: DGS s. r. o.[7]	10
Obrázek 2: Postup výroby ve slévárně šedé litiny[1]	14
Obrázek 3: Paretův diagram[4]	17
Obrázek 4: Six Sigma[8].....	19
Obrázek 5: Cyklus zlepšování [10]	20
Obrázek 7: Roller conveyor [10].....	22
Obrázek 6: Vertical Spiral Conveyor[10]	22
Obrázek 8: Vysokozdvíhový vozík manipuluje s roztavenou slitinou	27
Obrázek 9: Spaghetti diagram současného materiálového toku	28
Obrázek 10: Půdorys slévárny	30
Obrázek 12: Návrh místa a toku pro pásový dopravník	33
Obrázek 14: Rozmístění robotů v současnosti.....	36
Obrázek 15: Předpokládané rozmístění robotů podle varianty č. 3	36

Seznam tabulek

Tabulka 1: Pracnost jednotlivých úseků ve slévárně šedé litiny[1]	14
Tabulka 2: Datová tabulka pro Spaghetti diagram současného materiálového toku	28
Tabulka 3: Datová tabulka pro Spaghetti diagram variant č. 1.....	31
Tabulka 4: : Datová tabulka pro Spaghetti diagram variant č. 2.....	34
Tabulka 5: Datová tabulka pro Spaghetti diagram variant č. 3.....	37
Tabulka 6: Porovnání a zhodnocení z hlediska nákladů.....	39
Tabulka 7: Porovnání a zhodnocení z hlediska dalších propojených dílčích úseků výrobního procesu	40
Tabulka 8: Porovnání a zhodnocení z hlediska procesu výroby a času.....	40

1. Úvod

Analýza materiálového toku je základní krok v managementu materiálového toku. V dnešní době je používána v mnoha oblastech. Tato analýza hraje důležitou roli v průmyslové ekologii, informačním toku a ekonomii a je používána ve třech hlavních oblastech:

1. *Národní nebo regionální oblast.* V tomto výzkumu se analyzuje materiálový tok mezi ekonomikami a přírodním prostředím určité země nebo určitého regionu.
2. *Velké mezinárodní řetězové firmy a korporace.* Tato analýza umožňuje velkým korporacím a řetězovým firmám optimalizovat procesy z ekonomického a energetického hlediska a zjednodušení celkového procesu managementu mezi pobočkami.
3. *Posuzování životního cyklu produktu ve výrobě.* Tato analýza slouží pro management pohybu materiálu (surovin, rozpracovaných dílů, výrobků, subdodávek, pomocných materiálů a odpadu) ve výrobě. [6]

V této práci jsou použity základní metody analýzy ve 3. oblasti, a to pro slévářenskou halu firmy DGS.

1. 1. Úvod do problematiky

Manipulaci s materiálem v rámci strojírenského závodu lze rozdělit na: [1]

- meziobjektovou (např. kovárna - obrábění - montáž)
- objektovou

Objektovou manipulaci lze rozdělit na:

- a) *mezioperační:* mezi jednotlivými pracovišti v rámci uspořádaného výrobního systému

b) *operační*: zaměřená na činnosti pro realizaci jedné operace (pracoviště) mezi vstupem a výstupem

V této práci je analyzována manipulace s materiálem ve slévárně z hlediska mezioperační objektové manipulace.

1. 2. Představení firmy DGS, s.r.o.

DGS-tlakové lití systémy AG je globální společnost se sídlem v St.Gallen. Disponuje rozsáhlými zkušenostmi v různých slévárenských metodách, získanými během padesáti let působení.

Díky centrální poloze v Evropě a díky flexibilitě vyrábět malá množství i velké série je firma schopna rychle reagovat na potřeby zákazníků.

Hlavními činnostmi, na které se firma zaměřuje v posledních letech, jsou tlakové lití hliníku, hořčíku a zinku. Z toho také vyplývá snaha nabízet všechny služby v celém dodavatelském řetězci tlakového lití v plném rozsahu. [7]



Obrázek 1: DGS s. r. o.[7]

DGS Liberec s.r.o.

DGS s.r.o. je dceřinou společností GSA AG a zaměstnává kolem 240 zaměstnanců, pracujících ve čtyřech směnách. Dvě třetiny produkce se vyváží, třetina se dodává tuzemským zákazníkům.

DGS systémy tlakové lití s.r.o. se specializuje na lití lehkých kovů. Úzce spolupracuje se zákazníky na vývoji řešení, které je využíváno v automobilovém průmyslu, výrobě přístrojů, v elektroprůmyslu a stavebním průmyslu, a to včetně obrábění a montáže. [7]

Slévárenská hala firmy DGS disponuje tavírnou a 15 roboty (pracovišti).

1. 3. Cíl práce

Cílem bakalářské práce je provést analýzu materiálového toku a navrhnout opatření vedoucí ke zlepšení současného stavu, a to ve slévárenské hale DGS Liberec.

2. Teoretická část

V této části představíme základní znalosti nutné k realizaci bakalářské práce.

2. 1. Zásady při optimalizaci materiálového toku

Při analýze a optimalizaci materiálového toku musíme věnovat pozornost následujícím zásadám[1]:

1. Přímé a co nejkratší dopravní cesty bez zbytečného křížování a zpětných pohybů.
2. Vyloučení zbytečných manipulací s materiálem.
3. Rytmičnost, nepřetržitost a plynulost materiálového toku, kterých je docíleno optimalizací manipulačních a technologických zařízení, jejich časového a výkonového využití, údržby, opravy atd.
4. Zvýšení mechanizace prací při manipulaci s materiálem s cílem zvýšit produktivitu práce a odstranit zdraví škodlivé, nebezpečné a namáhavé práce.
5. Vytvořit vhodné pracovní podmínky a bezpečnost práce při manipulaci s materiálem.

2. 2. Slévárenský provoz

Pokud analyzujeme slévárenský provoz, musíme si být vědomi následujících zvláštností[1]:

1. Slévárna patří mezi tzv. teplé provozy, vsázkový materiál je třeba ohřát, transportovat k odlití, nalít do forem, odlitky tepelně zpracovávat.

2. Výroba netrvalých forem vyžaduje přemísťování velkého objemu formovacích materiálů.
3. Vysoké teploty ve slévárně, prach a výpary vznikající při formování, odlévání, vytloukání a čištění odlitků vyžadují důkladná hygienická opatření.
4. Fyzicky namáhavé práce, stejně jako hygienicky závadné práce vyžadují využití mechanizace a automatizace při výrobě forem a jader, čištění povrchu odlitků, odstraňování nálitků a vtoků i při odlévání.
5. Tepelné a povrchové úpravy odlitků jsou nedílnou součástí výroby ve slévárně.
6. Různé technologické pochody ve slévárně vyžadují různé časy a tím i potřebné plochy, eventuálně délky drah dopravníků. Je třeba sladit dobu tavení, výrobu forem včetně sušení, lití, dobu tuhnutí odlitků ve formě, apreturu odlitků.

2. 3. Výrobní postup odlitku

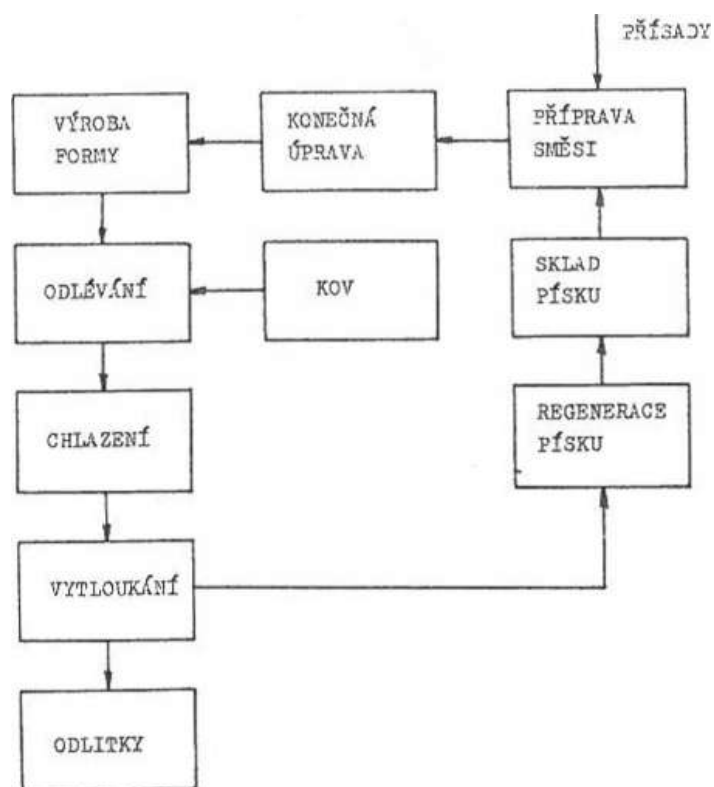
Výrobní postup odlitku obsahuje směrnice a údaje, které určují nejvýhodnější podmínky výroby odlitku. Zpracovává se podle slévárenského postupového výkresu na jednotném formuláři, který obsahuje potřebné údaje. Technologie výroby odlitku se liší používáním trvalých nebo netrvalých forem.[1]

V DGS se používá technologie lití do trvalých pískových forem. Největší podíl práce spotřebuje výroba forem, mechanizaci a automatizaci formoven je proto věnována větší péče než ostatním oddělením slévárny.

Pracnost jednotlivých úseků ve slévárnách šedé litiny, mezi které DGS patří, je znázorněna v následující tabulce; ve schématu pod ním je zachycen oběh formovacích směsí:

úsek	podíl z celkové práce v %
doprava a úprava formovacího materiálu	12
výroba forem	37
výroba jader	11
tavení a lití	9
vytloukání a doprava k čištění	20
dokončování odlitků	9
ostatní	2

Tabulka 1: Pracnost jednotlivých úseků ve slévárně šedé litiny[1]



Obrázek 2: Postup výroby ve slévárně šedé litiny[1]

Do slévárny vstupuje vsázka, formovací materiál, žáruvzdorné suroviny, koks a uhlí. Ze slévárny pak vystupují hotové odlitky.

2. 4. Hlavní zásady pro správný materiálový tok ve slévárně

Požadavek nejkratších cest a správného toku materiálu vyžaduje umístit[1]:

- *sklady v blízkosti spotřeby*, tzn. suroviny u tavících pecí a formovny u připraven směsí,
- *licí pole v blízkosti tavících jednotek* (manipulace s tekutým kovem je obtížná a nebezpečná, vznikají ztráty ochlazováním),
- *formovny v blízkosti licího pole a v blízkosti přípravný písku* tak, aby bylo možno jednoduchými prostředky mechanizovat přísun i odsun písků a formovacích směsí,
- *vytloukání v místech umožňujících dostatečné ochlazení a instalaci odsávání* (prašnost způsobuje ohrožení silikózou z křemičitých směsí),
- *čistírny v blízkosti expedice*.

Dalšími důležitými zásadami pro správný materiálový tok ve slévárně je:

- *optimální použití mechanizačních prostředků*, jako jeřáby, drážky, dopravníky (řetězové, vozíčkové, pásové a pneumatické)
- *dostatečné dimenzování haly slévárny* (Výška 10, 12, 14 m musí být dostatečná pro umístění vysokých zařízení, jako je kuplovna, úprava písků a příprava směsí, vrchní dopravy, jako jeřáby a soustavy řetězových a pásových dopravníků, k dosažení dostatečné kubatury vzduchu a umístění ventilace, respektive vzduchotechniky. Šířka se volí 12, 18 nebo nejčastěji 24 m, někdy i 30 m). [1]

2. 5. Paretova analýza

Paretova analýza je statistická technika užívaná pro výběr limitovaného počtu úkolů, které vytvářejí významný celkový efekt. V Paretové analýze je používán Paretův princip a Paretův diagram. [3] [4]

2. 5. 1. Paretův princip

Paretův princip (známý také jako Pravidlo 80/20), který platí v různých odvětvích lidské činnosti, např. v ekonomice, kvalitě výroby atd., lze formulovat tak, že 80 % důsledků (např. zisk nebo počet vadných výrobků) pramení z 20 % příčin (těmi jsou např. produkty nebo celková výroba).

Tento princip je pojmenovaný po Vilfredu Paretovi, italském ekonomovi, který uznal, že velkou část bohatství v Itálii (80%) ovládalo malé množství lidí (20%).

Zákon 80/20 je výhodné užívat, protože umožňuje zaměřit se na 20 % věcí, na nichž projekt skutečně závisí. [3] [4]

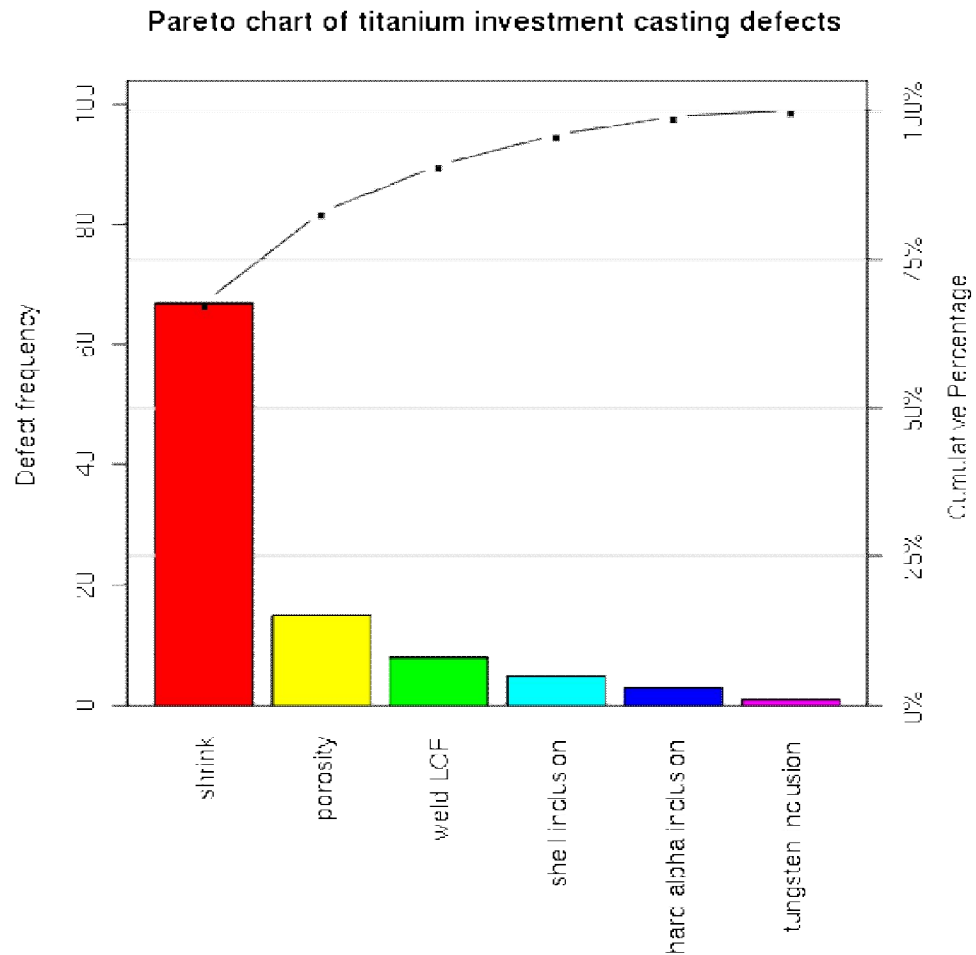
2. 5. 2. Paretův diagram

Účelem Paretova diagramu je zobrazovat nejdůležitější faktory v projektu. Paretův diagram je jeden ze sedmi základních nástrojů řízení kvality. V oblasti kontroly kvality představuje nejčastější zdroje poruch nebo nejvíce se vyskytující typ závad či nečastěji zastoupené důvody pro stížnosti zákazníků. [3] [4]

Paretův diagram je typ diagramu, který obsahuje sloupcový a spojnicový graf zároveň. Individuální hodnoty jsou v něm reprezentovány v sestupném pořadí sloupců a rostoucí souhrn/součet/výsledek (kumulativní četnost).

Levá vertikální osa znázorňuje četnost výskytu, ale může alternativně představovat náklady nebo jinou důležitou měrnou jednotku. Pravá vertikální osa znázorňuje kumulativní procento z celkového počtu výskytů, celkové náklady nebo celkový souhrn jednotlivých měrných jednotek.[3] [4]

Příklad:



Obrázek 3: Paretův diagram[4]

2. 6. *Spaghetti diagram*

Spaghetti diagram znázorňuje aktuální tok v jistém časovém průběhu. Klíčové slovo je „aktuální“, nejedná se tedy o tok, který by měl být, nebo o tok, který je považován za možný existující. Je to snímek v čase, a proto v něm nemusí být zahrnuty všechny potenciální a specifické možnosti. [2]

Spaghetti diagram je používán ke sledování:

- toku výrobků
- toku informací
- toku lidí

K vytvoření Spaghetti diagramu potřebujeme:

- režijní pohledy na oblasti
- barevné tužky
- měřicí prostředky
- stopky
- tým, operátory a nebo osoby, které jsou v souvislosti s tokem
- aktuální proces

K vytvoření Spaghetti diagramu nepotřebujeme počítač ani rýsovací desku.

Pro větší přehlednost musíme používat různé typy čar nebo různé barvy pro každý typ toku, nebo používat samostatné mapy pro každý sledovaný objekt.

Ve Spaghetti diagramu kreslíme čáry podobné „vařeným špagetám“, ne tvrdým „špagetám z krabice“, a to v důsledku toho, že objekty se málokdy pohybují po přímých dráhách. [2]

2. 7. Six Sigma

Postup Six Sigma je metodický postup, který je zaměřen na zlepšování různých procesů, firemních aktivit apod. Pochází z osmdesátých let, kdy společnost Motorola hledala způsob, jak zlepšit kvalitu své produkce. K tomu použila statický aparát, jehož

prostřednictvím byla hodnocena variabilita produkce, přičemž cílem bylo její zúžení. Tyto principy byly poté rozšířeny i o netypické výrobní procesy. [5]

Strategie Six Sigma sleduje dvě hlavní metodologie inspirované metodami PDCA (plan-do-check-act) vytvořenými Williamem Edwards Demingem. Každá tato metodologie obsahuje pět etap: [8]

DMAIC: většina je používána pro existující procesy

DMADV: většina je používána pro vytvoření nového výrobku nebo procesu



Obrázek 4: Six Sigma[8]

2. 7. 1. DMAIC - cyklus zlepšování

Cyklus zlepšování je univerzálně použitelná metoda postupného zlepšování, která je integrální součástí metody Six Sigma. Používá se pro jakékoliv zlepšování, např. kvality výrobků, služeb, procesů, aplikací, dat. Jednotlivé fáze celého cyklu pomáhají docílit skutečného zlepšení. [9]

Metodologie DMAIC má pět etap:

- *Definuj*: V první etapě je cílem konkrétně definovat problém a dílčí cíle projektu.
- *Měř*: Druhým krokem je měření, cílem je získat maximum objektivních (nebo také kvantifikovatelných) informací o procesech nebo předmětu, který chceme zlepšovat.
- *Analýzuj*: Cílem etapy analýzy je nalézt skutečnou příčinu problémů. Analýza jde za hranice intuice a zkušeností pracovníků a konzultantů a snaží se vystopovat skutečnou společnou příčinu problémů.
- *Vylepši*: Tento krok se týká zlepšování nebo optimalizování současného procesu podle dat z etapy analýza. Můžeme používat různé metody jako např. design of experiment, poka-yoke aj.
- *Kontroluj*: Tato poslední etapa, ověření, má za cíl dovést změny do konce. V rámci této etapy je třeba ověřit, že všechny změny byly skutečně provedeny a dostaly se tam, kde měly být. [9]



Obrázek 5: Cyklus zlepšování [10]

2. 8. Nízkonákladová automatizace

Jedním z nejčastějších způsobů optimalizace materiálového toku je používání nízkonákladové automatizace na pracovištích anebo mezi pracovišti.

Automatizace znamená proces, ve kterém jsou technická zařízení využita k nahrazení fyzické činnosti člověka.

Několik důležitých výhod v nízkonákladové automatizaci:

- nízké požadované investice
- nízké riziko
- postupné a vyvážené změny
- technologie jednoduché na pochopení, údržbu a modernizaci; minimální ztráty při poruchách
- flexibilní a vícenásobně použitelné komponenty, a to dle změny produktu
- snížení námahy a nižší ohrožení bezpečnosti

Zařízení, která jsou často používána pro nízkonákladovou automatizaci:

- spádové regály
- skluzavky
- vozíky (vysokozdvíhací vozík, paletový vozík atd.)
- pásový dopravník

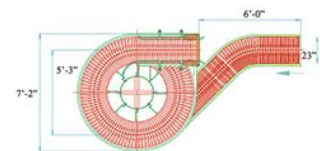
2. 8. 1. Pásové dopravníky (*conveyor systems*) a nízkonákladová automatizace

Pásový dopravník (pásový přepravník) je specializované strojní zařízení – dopravní prostředek z kategorie zdvihadel, který je používán zejména k přepravě sypkých či

polotekutých hmot na kratší vzdálenost. Může se ale jednat i o přepravu jednotlivých menších předmětů, např. zavazadel, balíků apod. [11]

Nejčastěji užívané typy pásových dopravníků[10]:

- *Belt conveyor*
- *Flexible conveyors*
- *Vertical conveyors*
- *Vibrating conveyors*
- *Lineshaft roller conveyor*
- *Chain conveyor*
- *Screw conveyor*
- *Roller conveyor*



Obrázek 6: Vertical Spiral Conveyor[10]



Obrázek 7: Roller conveyor [10]

3. Dílčí cíle a postup řešení

3.1. Dílčí cíle

Při definování dílčích cílů používáme metodu DMAIC, která je součástí zdroje Six Sigma. Jednotlivé dílčí cíle jsou:

- určení odlitků k analýze současného materiálového toku (*Define*)
- monitorování pracovní haly a rozbor manipulace s materiálem (*Measure*)
- virtualizace materiálového toku a analýza současného materiálového toku (*Analyze*)
- návrh variant řešení vedoucího ke zlepšení současného stavu a porovnání těchto variant (*Improve*)
- volba konečné varianty a zhodnocení návrhu (*Control*)

3. 2. Postup řešení

1. Odlitky vybereme pomocí Paretova diagramu a Zákonu 80/20.
2. Při rozboru manipulace s materiálem vycházíme především z charakteristiky šesti základních požadavků:

P - *výrobek* - (to, s čím se bude manipulovat) druh materiálu,
jeho charakteristika a vlastnosti

Q – *množství* - sériovost a opakovatelnost přepravovaného
materiálu

R – technologie - reprodukční proces; kam se bude materiál rozmisťovat

T – čas a termíny - kdy a po jakou dobu se bude rozmisťovat

S – služby - manipulační prostředky

N – náklady na manipulaci

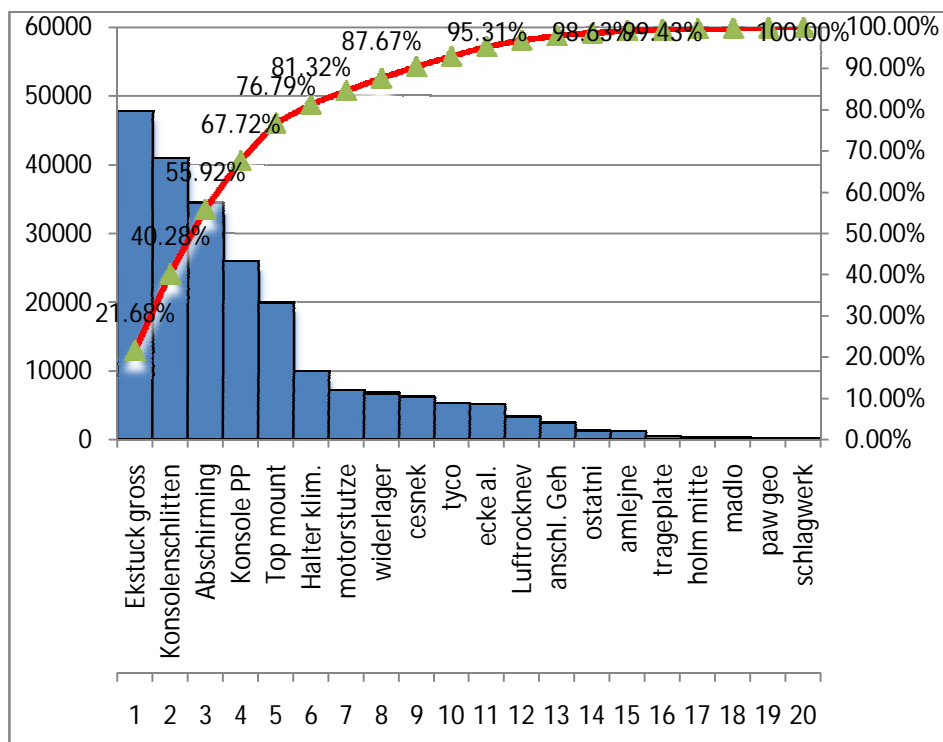
3. Při analýze současného materiálového toku budeme virtualizovat tok pomocí Spaghetti diagramu, případně pomocí grafické animace a fotografií. Zjistíme, zda jsou či nejsou v hale používány metody v logistice, skladování apod.
4. Navrženými variantami řešení mohou být:
 - změna a zlepšení metod v logistice, skladování, údržbě atd.
 - používání nových technologií
 - přemístění zařízení a přístrojů
 - vytvoření nového prostoru a skladu
5. Zvolíme takové varianty, které budou nejvýhodnějším řešením z hlediska nákladů, ergonomie a především z hlediska dalších propojených dílčích úseků výrobního procesu, jakými jsou montáž, kontrola kvality, sklad atd.

4. Řešení

4. 1. Analýza současného materiálového toku

4. 1.1. Paretův diagram pro odlitky vyráběné v jednom měsíci

Ve slévárně jsou vyráběny různé a proměnlivé odlitky, a proto není možné analyzovat každý individuální výrobek zvlášť. K analýze současného materiálového toku pomocí Paretova diagramu vybíráme nejčastěji vyrobené odlitky během jednoho konkrétního měsíce.



Graf 1: Paretův diagram pro odlitky vyráběné v jednom měsíci

Podle grafu a Pravidla 80/20 vybíráme následujících pět odlitků vyráběných na určitých pracovištích:

- *Ekstuck gross*: vyráběno robotem na pracovišti č. 10
- *Konsolenschlitten*: vyráběno robotem na pracovišti č. 14
- *Abschirming*: vyráběno robotem na pracovišti č. 11
- *Konsole PP*: vyráběno robotem na pracovišti č. 13
- *Top mount*: vyráběno robotem na pracovišti č. 5

Vybrané odlitky tvoří 25% ze všech typů odlitků a obsahují dohromady 77% z celkového počtu kusů odlitků vyrobených v jednom daném měsíci.

4. 1. 2. Charakteristiky materiálů a manipulace a základní informace o nich

P- co se manipuluje:

1. hliníková cihla
2. vratný materiál z pracoviště (vtoky)
3. hotové odlitky
4. roztavené slitiny
5. formy

Q - množství manipulačního materiálu. Množství materiálu vyplývá z kapacity skladu a potřeby. Např. pokud ukládací bedny u pracoviště jsou plné, manipulant tyto bedny přemísťuje a doveze prázdnou bednu

R - kam se rozmisťují materiály. Materiály se přemisťují z prostoru u hlavního vchodu do skladu u taviřny. Další materiál se pohybuje mezi pracovištěm a taviřnou a naopak.

T – čas a termíny. Žádné konkrétní časové tabulky neexistují. Zaměstnanci s materiály manipulují podle potřeby.

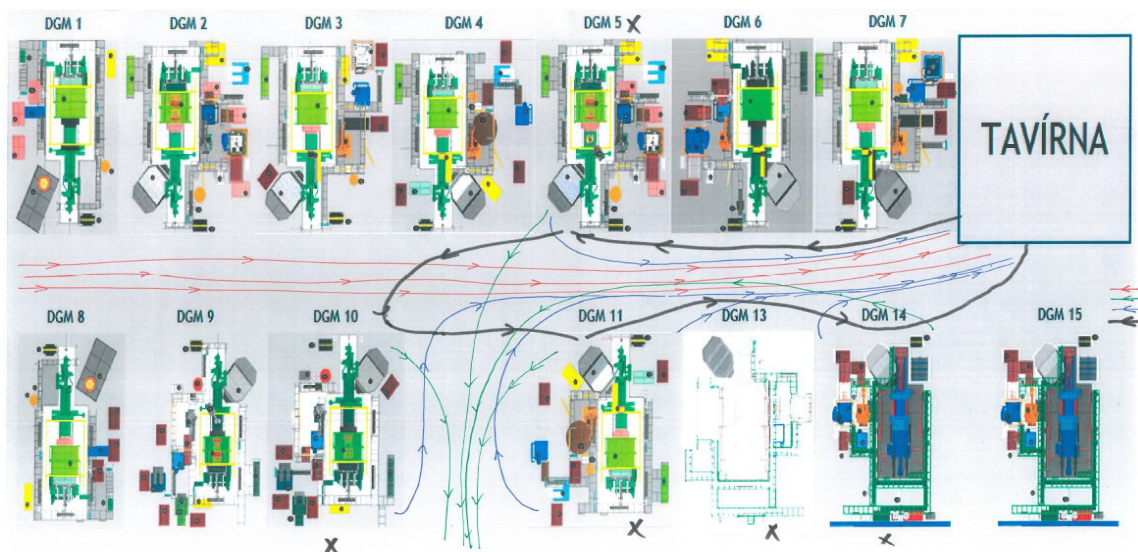
S – manipulační prostředky. K dispozici jsou dva vysokozdvížné vozíky a jeden jeřáb, jinak se s materiálem manipuluje pomocí paletového vozíku. Manipulaci s materiálem má na starosti šest zaměstnanců: dva taviči, dva až tři manipulanti a dva seřizovači.



Obrázek 8: Vysokozdvížený vozík manipuluje s roztavenou slitinou

4. 1. 3. Spaghetti diagram současného materiálového toku

Spaghetti diagram současného materiálového toku během výroby vybraných odlitků ukazuje následující obrázek:



Obrázek 9: Spaghetti diagram současného materiálového toku

Datová tabulka pro diagram:

	Označená čára	Začátek toku	Konec toku	Čas	Frekvence
Hliníková cihla	červená	prostor u hlavního vchodu	mezisklad u tavrny	45 min	Každých 48 hodin
Roztavené slitiny	černá	tavírna	tavírna	25 min	Každé 3 hodiny
Vratný materiál z pracoviště	modrá	pracoviště č. 5,10,11,13,14	tavírna	1 min	Každých 20 minut
Hotové odlitky	zelená	pracoviště č. 5,10,11,13,14	sklad na hotové odlitky	1 min	Každých 24 hodin

Tabulka 2: Datová tabulka pro Spaghetti diagram současného materiálového toku

DGS, s.r.o. patří mezi středně velké slévárny. Ve slévárně nese odpovědnost za manipulace pouze šest osob. Neexistují žádné časové tabulky. Zaměstnanci manipulují s materiálem podle potřeby. Taviči zjišťují, kdy je potřeba připravit a manipulovat s roztavenou slitinou podle obrazovky u robotů. Manipulanti přemísťují bedny, když jsou plné.

Několik důležitých poznámek k analýze současného materiálového toku:

1. Všechny manipulace s materiálem jsou zastaveny, když se začíná manipulovat s hliníkovými cihlami z meziskladu u hlavního vchodu do meziskladu u tavního.
2. Zatímco taviči manipulují s roztavenou slitinou, ostatní manipulanti zastaví z bezpečnostních důvodů manipulaci.
3. V prostoru u pracoviště nedostačuje místo na bedny s hotovými odlitky i s vratným materiálem. Bedny s vratným materiálem musejí být pravidelně nahrazovány prázdnými bednami. Roboty jsou v hale rozmístěny tak, že všechna pracoviště mají stejně velká volná místa.

4. 2. Varianty řešení

4. 2. 1. Varianta č. 1: Vytvořit nový prostor na skladování hliníkových cihel a vratného materiálu z vytloukání.

Varianty řešení nám musí umožnit optimalizování toku materiálu tak, jak je definováno v teoretické části.

V ideálním materiálovém toku jsou cesty přímé, nejkratší a bez zbytečného křížení.

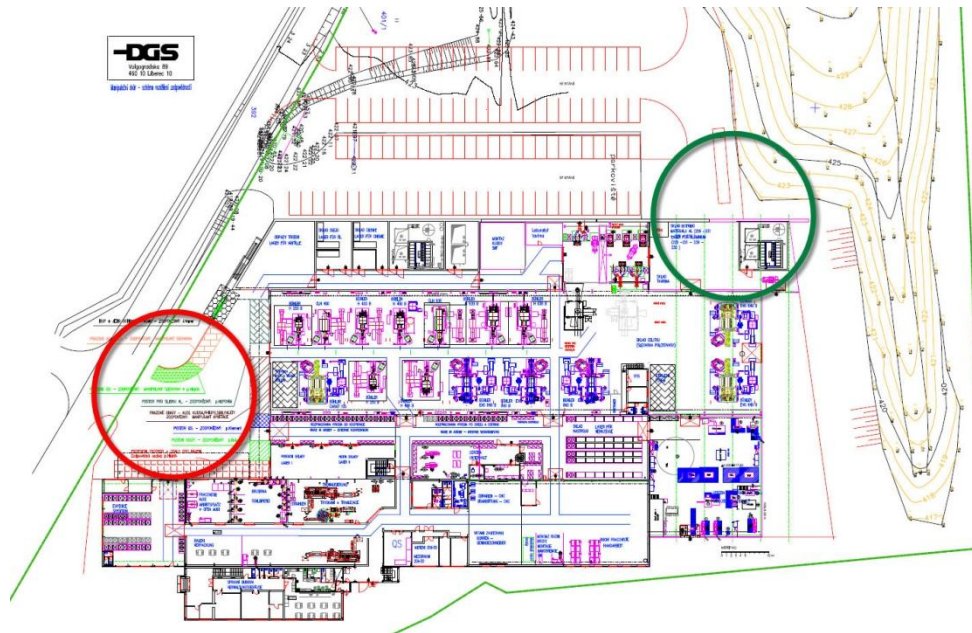
Tok musí být takový, aby nerušil operaci dalších procesů a výroby.

Cílem první varianty je optimalizovat tok tak, aby cesty byly kratší, přímé a aby materiálový tok nerušil ostatní výrobní procesy.

Podle analýzy současného materiálového toku zjistíme, že ve dvou případech se veškerá manipulace s materiálem zastaví. Jedním z těchto případů je, když se začíná manipulovat s hliníkovými cihlami z prostoru u hlavního vchodu do meziskladu u tavírny.

Variantou č. 1 je navrženo vytvoření nového skladu ve vedlejším prostoru u tavírny (na mapě označen zelenou kružnicí). Tento prostor je momentálně prázdný a nevyužíván.

Vytvoření této cesty je ale teoreticky a potenciálně možné.

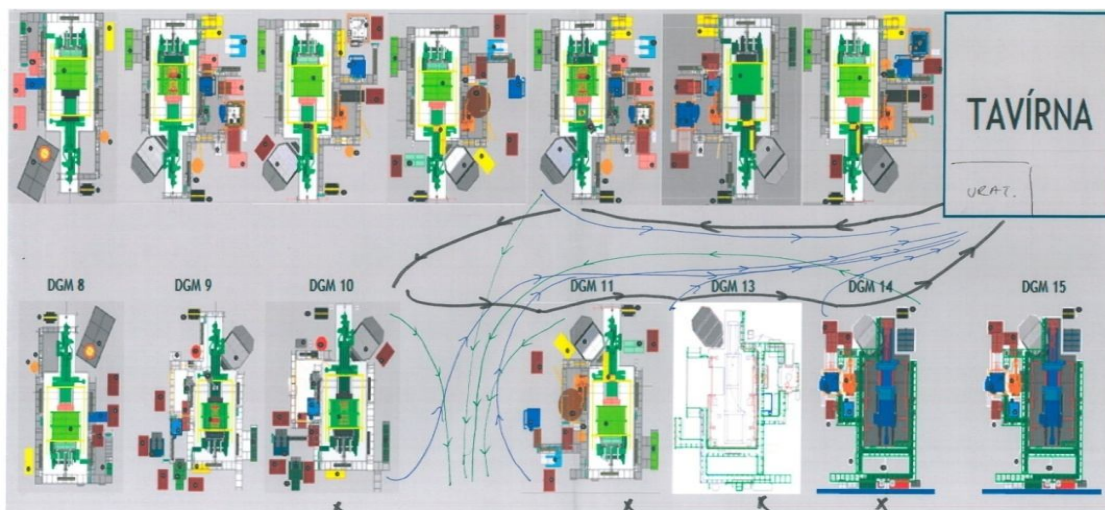


Strana 30

Analýza varianty č. 1

Po vytvoření tohoto nového skladu může být skladován surový materiál přímo u tavírny. Tím se odstraní zbytečná manipulace se surovým materiálem.

Eliminaci toho toku lze vidět ve Spaghetti diagramu:



Obrázek 11: Spaghetti diagram varianty č. 1

Datová tabulka pro Spaghetti diagram varianty č. 1:

	Označená čára	Začátek toku	Konec toku	Čas	Frekvence
Roztavené slitiny	černá	tavírna	tavírna	25 min	Každé 3 hodiny
Vratný materiál z pracoviště	modrá	pracoviště č. 5,10,11,13,14	tavírna	1 min	Každých 20 minut
Hotové odlitky	zelená	pracoviště č. 5,10,11,13,14	sklad na hotové odlitky	25 min	Každé 3 hodiny

Ttbulka 3: Datová tabulka pro Spaghetti diagram variant č. 1

Cesta a data pro další materiál se avšak po realizaci variant 1. nezmění.

Hlavní klady:

Po realizaci varianty č. 1 už není potřeba, aby byla zastavována manipulace a výroba během manipulace s hliníkovými cihlami. Díky tomu je možný rychlejší proces a časová a finanční optimalizace.

Operace nutná pro realizaci neprobíhá uvnitř pracovní haly, to znamená, že během realizace varianty č. 1 není nutné zastavit výrobu. To je finančně výhodné, protože kdyby firma zastavila výrobu, každým dnem by měla velkou finanční ztrátu.

Hlavní zápory:

Realizace varianty č. 1 komplikuje vytvoření cesty pro kamiony. Operace musí být dokončena pomocí jiné firmy, protože DGS není schopna samostatně provádět stavební práce.

4. 2. 2. Varianta č. 2: Používat pásový dopravník

Nejčastější manipulací s materiálem ve slévárně je manipulace s vratným materiálem mezi pracovištěm a tavírnou. Prostory u pracoviště jsou malé a plné bedny musí být pravidelně nahrazovány bednami prázdnými. Odpovědnost za tuto službu mají zatím dva až tři manipulanti během každé pracovní směny.

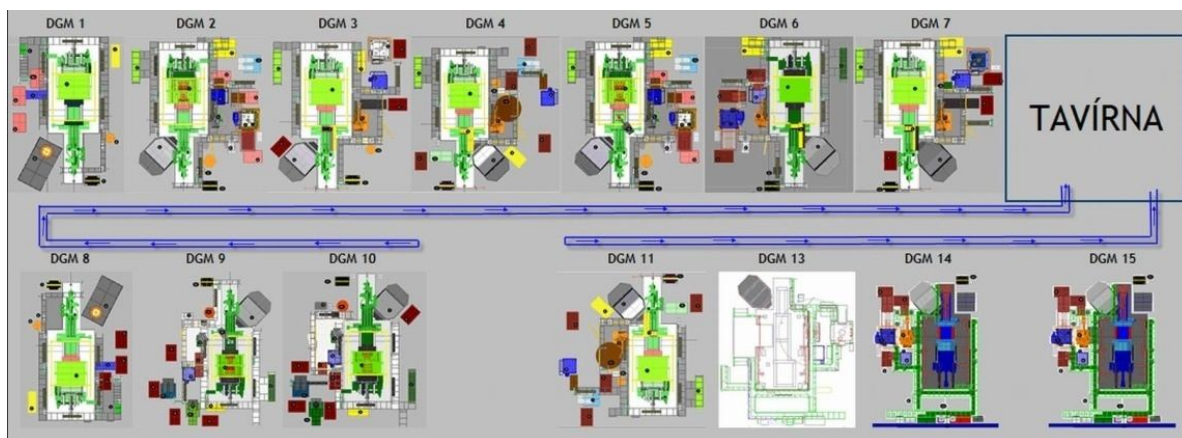
Pokud manipulant nebude dovážet prázdné bedny, materiál u pracovišť bude blokovat cestu pro další proces výroby, jakým je lití slitiny, a bude omezovat prostor pracovníka na pracovišti.

Cílem druhé varianty je nahradit lidský zdroj technologií užitečnou k manipulaci s materiálem tak, aby vznikl pravidelný tok a přímé cesty bez zbytečného křížování.

Realizace varianty č. 2

Jednou z nejlepších technologií k manipulaci s materiálem je pásový dopravník. Materiálem je pohybováno přímo a pravidelně. Navíc je k manipulaci s materiálem díky pásovému dopravníku potřeba méně lidí.

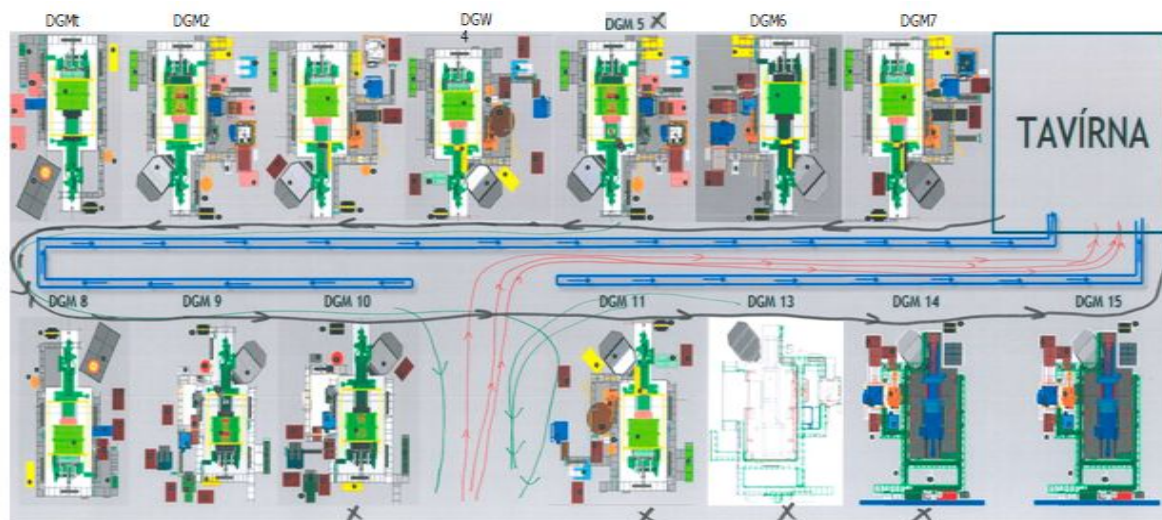
Na následujícím obrázku je navrženo místo a tok pro pásový dopravník:



Obrázek 12: Návrh místa a toku pro pásový dopravník

Analýza varianty č. 2

Následující obrázek obsahuje Spaghetti diagram po instalaci pásového dopravníku:



Obrázek 13: : Spaghetti diagram varianty č. 2

	Označená čára	Začátek tok	Konec toku	Čas	Frekvence
Roztavené slitiny	černá	tavírna	tavírna	25 min	každé 3 hodiny
Hliníková cihla	červená	mezisklad u hlavního vchodu	mezisklad u tavírny	45 min	každých 48 hodin
Hotové odlitky	zelená	pracoviště č. 5,10,11,13,14	sklad na hotové odlitky	25 min	každé 3 hodiny

Tabulka 4: : Datová tabulka pro Spaghetti diagram variant č. 2

V datové tabulce eliminujeme data pro tok vratného materiálu, který je na diagramu současného materiálového toku označen modrou barvou. Předpokládáme, že tok je pravidelný, začíná na každém pracovišti a končí v tavírně, kde má jeden manipulants odpovědnost za skladování vratného materiálu.

Hlavní klady:

Varianta č. 2 umožňuje snížení počtu manipulantů. Namísto dvou až tří manipulantů budeme potřebovat pouze jednoho. Další výhodou je pravidelný tok a jistota pohybu (pokud zanedbáme situaci porucha).

Snížení počtu manipulantů je finančně výhodné. Vzhledem k instalaci pásového dopravníku se ale musí vynaložit náklady na údržbu technologií a energie. Z dlouhodobého hlediska tak vzhledem k vyšším nákladům nedojde k finančním úsporám oproti stavu současnému.

Hlavní zápory:

Pásový dopravník jsou upevněny na místě, to znamená, že ostatní toky nemohou křížovat tok s materiálem, se kterým manipuluje Pásový dopravník. Používání této technologie navíc omezuje pohyb mezi pracovišti v pracovní hale.

Největší nevýhodou varianty č. 2 je tok roztavené slitiny. Vysokozdvížné vozíky se musí totiž pohybovat v mnohem menším prostoru, než zaujímá současný tok. Tím je operace složitější a není výhodná z bezpečnostního hlediska.

4. 2. 3. Varianta č. 3: Zvětšit prostor u těch pracovišť, která jsou nejvíce v provozu.

Jedním ze základních znaků ideálního materiálového toku ve výrobě jsou cesty materiálového toku mezi objekty bez zbytečného křížování.

Nejčastější materiálový tok je tok vratného materiálu z pracovišť do tavnice.

Vysoká frekvence pohybu mezi těmito dvěma objekty (tedy mezi pracovišti a tavnice) znamená hlavní problém pro to, jak docílit cesty s minimálním křížováním.

Hlavním důvodem je omezený volný prostor u pracovišť, kam jsou umístěovány bedny s vratným materiálem a s hotovými odlitky. Bedny plné vratného materiálu musejí být pravidelně nahrazovány bednami prázdnými, protože by jinak blokovaly cestu pro další proces a omezovaly by místo pro pracovníky na pracovišti.

Cílem třetí varianty je snižovat frekvenci pohybu mezi objekty, abychom docílili toku bez zbytečného křížování.

Realizace varianty č. 3.

Podle Paretovy analýzy roboty č. 5, 10, 11, 13 a 14 vyrábí 77% z celkového počtu vyráběných odlitků. Z toho důvodu vysokozdvížné vozíky nejvíce manipulují s vratným materiálem mezi těmito pracovišti a tavnice než mezi jinými pracovišti a tavnice.

Variantou č. 3 je navrženo přemístěování robotů/pracovišť tak, aby roboty, které jsou více v provozu, měly větší prostor u pracovišť než ostatní.

V tomto případě vznikne více místa pro bedny a vysokozdvížné vozíky se nemusí tak často pohybovat mezi objekty, aby nahrazovaly bedny. Po přemístění se sníží frekvence pohybu toku vratného materiálu a také zbytečné křížování.

Následující mapa ukazuje současné rozmístění robotů a předpokládané rozmístění robotů zohledňující dobu jejich provozu.



Obrázek 14: Rozmístění robotů v současnosti



Obrázek 15: Předpokládané rozmístění robotů podle varianty č. 3

Analýza varianty č. 3

Po realizaci třetí varianty se cesty materiálového toku nevymění, změní se ale frekvence toku.

To znamená, že Spaghetti diagram je podobný diagramu současného toku. Datové tabulky pro tok vratného materiálu se však změní.

	Označená čára	Začátek toku	Konec toku	Čas	Frekvence pohybu
Hliníková cihla	červená	mezisklad u hlavně vchod	mezisklad u tavírny	45 min	každých 48 hodin
Roztavené slitiny	černá	tavírna	tavírna	25 min	každé 3 hodiny
Vratný materiál z pracoviště	modrá	pracoviště č. 5,10,11,13,14	tavírna	1 min	každých 90 minut
Hotové odlitky	zelená	pracoviště č. 5,10,11,13,14	sklad na hotové odlitky	1 min	každých 24 hodin

Tabulka 5: Datová tabulka pro Spaghetti diagram variant č. 3

Hlavní klady:

Realizací varianty č. 3 docílíme toku s menším křížováním, což je nejzákladnější vlastnost ideálního materiálového toku. Materiály může být díky tomu pohybováno mezi objekty jednodušeji a rychleji.

Hlavní zápory:

Přemísťování robotů není jednoduché.

Výroba se musí zastavit a to způsobí finanční škodu.

Roboty a zařízení jsou těžké, manipulace s nimi je komplikovaná a potřebujeme k ní zařízení, kterým bychom mohli roboty přemísťovat bezpečně a nepoškodili je, např. jeřáb. Takové zařízení ale v pracovní hale není.

5. Výsledné řešení

5. 1. Zhodnocení variant

Zhodnotíme varianty z hlediska různých oblastí. Nejlepší varianta dostane 3 body, nejhorší dostane 1 bod.

5. 1.1. Porovnání a zhodnocení z hlediska nákladů

	Varianta č. 1	Varianta č. 2	Varianta č. 3
Porovnání z hlediska nákladů	Náklady na stavění cesty. Během realizace se výroba nezastaví.	Náklady na dopravní pásy a jejich údržbu. Během realizace musí být zastavena výroba.	Náklady na přemísťování. Během realizace musí být zastavena výroba, a to na delší dobu než u varianty č. 2.
Zhodnocení	2	3	1

Tabulka 6: Porovnání a zhodnocení z hlediska nákladů

5. 1. 2. Porovnání a zhodnocení z hlediska dalších propojených dílčích úseků výrobního procesu

	Varianta č. 1	Varianta č. 2	Varianta č. 3
Porovnání z hlediska dalších propojených úseků	Nenaruší se žádný jiný proces nebo pohyb toku. Eliminuje se křížování mezi tokem surového materiálu a ostatními toky.	Změní se cesta toku ostatního materiálu a dojde k omezení pohybu v pracovní hale.	Dojde k narušení jiných procesů nebo pohybu toku. Sníží se křížování.
Zhodnocení	3	1	2

Tabulka 7: Porovnání a zhodnocení z hlediska dalších propojených dílčích úseků výrobního procesu

5. 1. 3. Porovnání a zhodnocení z hlediska procesu výroby a času

	Varianta č. 1	Varianta č. 2	Varianta č. 3
Porovnání z hlediska procesu výroby a času	Z dlouhodobého hlediska dojde k časovým úsporám, protože výroba nemusí být zastavena kvůli manipulaci se surovým materiálem.	Tok je pravidelný, ale nevytvoří se velký časový rozdíl mezi současným tokem a tokem po realizaci řešení podle varianty č. 2.	Vzhledem k menšímu křížování dojde k optimalizaci toku a tím ke zrychlení výrobního procesu a celkové manipulace s materiálem.
Zhodnocení	3	2	1

Tabulka 8: Porovnání a zhodnocení z hlediska procesu výroby a času

5. 2. Volba konečné varianty

Součet získaných bodů u jednotlivých variant je následující:

varianta č. 1 : 8 bod

varianta č. 2 : 6 bod

varianta č. 3 : 4 bod

Nejlepší variantou je varianta č. 1, nejhorší je varianta č 3.

Podle hodnocení variant obsažených v tabulkách výše volíme variantu č. 1 jako nejlepší možnou variantu řešení vedoucí k optimalizaci současného materiálového toku.

6. Závěr

Práce v oblasti analýzy materiálového toku mi dala možnost, abych hlouběji poznal jeden ze základních kroků v managementu výrobních procesů.

Optimalizace materiálového toku se jeví možná na první pohled jako jednoduchá a snadná, projektant musí mít ale široké všeobecné znalosti o všech procesech ve výrobě.

Abych mohl napsat tuto práci, musel jsem hlouběji studovat procesy ve slévárně a rozdíl mezi tokem materiálu ve slévárně a v ostatní výrobě. Během své odborné praxe jsem se snažil účastnit se všech možných procesech výroby, jindy jsem pozoroval zaměstnance při práci, abych získal všeobecný přehled o celkovém procesu výroby ve slévárně DGS. Existuje mnoho druhů metod a technologií v optimalizaci materiálového toku, projektant je ale musí používat podle druhu a procesu výroby.

Varianty řešení jsou jednoduché a běžné. Mým cílem bylo navrhnout takovou variantu, která je ve skutečnosti nejlépe realizovatelná. K realizaci takové varianty je určitě potřeba podrobnější studium a větší rozsah informací, snažil jsem se ale o shrnutí toho základního a hlavního, co je nutné k tomu, abychom získali představu o výsledném stavu po její realizaci.

Rozdíly mezi variantami jsem znázornil v tabulkách porovnávajících navržené tři varianty. V ideálním případě můžeme tyto tabulky vytvořit pro větší počet variant a to nám umožní zvolit konečnou variantu snadněji.

Jsem rád, že vybraná varianta řešení má velký potenciál k tomu, aby byla realizována, a že se setkala ve firmě DGS s pozitivním ohlasem. Pokud bude vedení firmy souhlasit s pokrytím nutných nákladů, bude toto řešení jistě uskutečněno.

Seznam použité literatury

- [1] ZELENKA, Antonín; KRÁL, Mirko. *Projektování výrobních systémů*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1995. 365 s.
- [2] *Six Sigma Material* [online]. c2007-2011 [cit. 2011-04-03]. Spaghetti Diagram. Dostupné z WWW: <<http://www.six-sigma-material.com/>>.
- [3] *Projectsmart* [online]. c2000-2011 [cit. 2011-04-09]. Subscribe Pareto Analysis Step by Step. Dostupné z WWW: <http://www.projectsmart.co.uk/pareto-analysis-step-by-step.html>.
- [4] Pareto chart. In *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida): Wikipedia Foundation, 30 October 2009, last modified on 3 March 2011 [cit. 2011-04-16]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Pareto_chart>.
- [5] VEBER, Jaromír. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. Praha: [s.n.], 2007. 201 s. ISBN 978-80-247-1782-1
- [6] Material flow analysis. In *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida): Wikipedia Foundation, 11 November 2006, last modified on 13 May 2011 [cit. 2011-05-23]. Dostupné z WWW: http://en.wikipedia.org/wiki/Material_flow_analysis
- [7] *Dgs-druckguss* [online]. 2000 [cit. 2011-05-23]. DGS druckguss systeme liberec. Dostupné z WWW: <http://www.dgs-druckguss.com/de/portrait/ueberuns_lib.htm>.
- [8] Six Sigma. In *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida): Wikipedia Foundation, 6 May 2003, last modified on 9 May 2011 [cit. 2011-05-23]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Six_Sigma>.
- [9] *Managementmania* [online]. c2008-2010 [cit. 2011-05-23]. DMAIC - cyklus zlepšování. Dostupné z WWW: <<http://managementmania.com/index.php/kvalita/38-ostatni/147-cyklus-zlepsovani>>.

[10] Conveyor system. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, September 2007 , last modified on 20 May 2011 [cit. 2011-05-25]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Conveyor_system>.

[11] Pásový dopravník. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 23. 8. 2007, last modified on 17. 1. 2011 [cit. 2011-05-25]. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/P%C3%A1sov%C3%BD_dopravn%C3%ADk>.